

**ANALISIS STATISTIK PM10 DAN TSP  
DI UDARA BANDARAYA KUALA LUMPUR**

---

*Mohd. Rashid Mohd. Yusof*  
**Jabatan Kejuruteraan Kimia,**  
*Sabariah Baharum, Fadhilah Yusof*  
**Jabatan Matematik,**  
**Universiti Teknologi Malaysia**  
**54100 KUALA LUMPUR.**

**Seminar Kebangsaan Matematik  
Gunaan**

**UTM, Sekudai, JOHOR.**

**3-4 Disember 1989**

# ANALISIS STATISTIK PM10 DAN TSP DI UDARA BANDARAYA KUALA LUMPUR

---

Mohd. Rashid Mohd. Yusof,  
Jabatan Kejuruteraan Kimia,  
Sabariah Baharum, Fadhilah Yusof  
Jabatan Matematik,  
Universiti Teknologi Malaysia,  
54100 Kuala Lumpur.

## ABSTRAK

*Kajian pencemaran udara zarahahan boleh sedut (PM10) dan keseluruhan zarahahan terampai (TSP) di bandaraya Kuala Lumpur perlu dikaji dengan terperinci dalam membentuk program pengurusan kualiti udara setempat di masa-masa akan datang. Oleh itu analisis data-data mentah yang diperolehi di sesebuah stesen pengawasan kualiti udara itu perlu diberi perhatian sewajarnya. Kertas kerja ini merupakan satu hasil kajian tentang analisis data kepekatan PM10 dan TSP serta hubungan keduanya dengan beberapa parameter meteorologi seperti suhu, hujan dan arah angin menggunakan analisis statistik yang mudah.*

## PENGENALAN

Pengawasan tahap pencemaran zarahahan boleh sedut, PM-10 (iaitu kandungan partikel di atmosfera yang kurang daripada saiz 10 mikron) dan keseluruhan zarahahan terampai, TSP (kandungan partikel di atmosfera yang kurang daripada saiz 50 mikron) telah lama dilakukan di Stesen Pengawasan Kualiti Udara, Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur. Program pengawasan tersebut telah bermula pada bulan Sept. 1986 hingga ke hari ini.

Penggunaan kaedah statistik dalam pengolahan data-data yang diperolehi di stesen tersebut adalah penting dalam rangka untuk menghubungkan kait tahap pencemaran dengan faktor-faktor tertentu seperti faktor meteorologi.

Kertas kerja ini adalah salah satu usaha untuk memperlihatkan perhubungan PM10 dan TSP terhadap beberapa faktor meteorologi dengan menggunakan beberapa kaedah statistik yang mudah.

## METODOLOGI

### Lokasi Stesen.

Lokasi stesen pengawasan kualiti udara UTM diberikan di dalam Rajah 1. Stesen tersebut berada 2 km ke timur-laut bandaraya Kuala Lumpur dan terletak lebih kurang 10 km daripada kawasan perindustrian Petaling Jaya pada arah yang sama. Kedudukan kawasan-kawasan industri yang lain juga diberikan di dalam Rajah 1.

### Penyampelan.

Pengumpulan data harian PM10 dan TSP masing-masing telah dilakukan dengan menggunakan peralatan 'Size-Selective High Volume Air Sampler (SSHVS)' dan 'High Volume Air Sampler (HVS)'. Alat SSHVS hanya mengumpul partikel yang bersaiz 10 mikron ke bawah sahaja manakala HVS pula mampu mengumpul sebarang saiz partikel sehingga sebesar 50 mikron. Kedua-dua peralatan tersebut ditempatkan di atas bumbung sebuah bangunan setinggi empat tingkat. Prosidur pengumpulan sampel boleh didapati di tempat lain [1].

Parameter meteorologi yang dilaporkan di dalam kajian ini telah diambil daripada stesen Jabatan Kajiucua yang terletak di Petaling Jaya. Stesen tersebut merupakan stesen yang paling hampir dengan stesen pengawasan kualiti udara, UTM.

## KEPUTUSAN & PERBINCANGAN

Sejumlah 143 sampel PM10 dan TSP telah dikumpulkan dari bulan Sept. 1986 - Jun, 1989. Kepekatan purata bulanan PM10, TSP serta nisbah PM10/TSP ditunjukkan di dalam Rajah 2. Data-data harian zarahhan terampai tersebut telah dianalisis dengan menggunakan kaedah statistik mudah dan ringkasan keputusan yang diperolehi dibincangkan seperti berikut:

### Perhubungan diantara PM10 dan TSP

Hubungan antara kepekatan harian PM10 dengan TSP yang diperolehi dalam kajian ini adalah baik. Dengan menggunakan kaedah regrasi linear, nilai pekali sekaitan antara TSP dengan PM10 yang diperolehi ialah  $r = 0.78$  dan mempunyai nilai pintasan di atas paksi TSP sebanyak  $18.0 \text{ ug/m}^3$  (Rajah 3). Keputusan yang agak sama juga telah diperolehi di dalam penyelidikan-penyelidikan sebelum ini [1-3].

Nilai Pintasan yang positif di paksi TSP jelas mempamirkan bahawa alat penyampel HVS menyukat kepekatan zarahhan di udara yang tidak hanya terhad kepada PM10 tetapi termasuk partikel yang lebih daripada saiz 10 mikron juga. Analisis regrasi tersebut dapat menyokong kenyataan di atas.

## Perhubungan PM10 dan TSP dengan Faktor Meteorologi

Faktor meteorologi mempunyai pengaruh yang besar terhadap kepekatan zarah-zarah terampai di udara. Memandangkan taburan kepekatan PM10 dan TSP ini adalah normal, maka kaedah ujian statistik  $z$  digunakan untuk menentukan pengaruh meteorologi terhadap PM10 dan TSP tersebut.

### Kesan Suhu

Pengaruh suhu terhadap kepekatan PM10 dan TSP diberikan di dalam Jadual 1. Seperti yang dijangkakan, kepekatan zarah-zarah terampai adalah tinggi apabila suhu ambien menjadi tinggi dan ini jelas ditunjukkan dalam Jadual 1. Secara statistik, aras keertian penerimaan perbezaan min PM10 dan min TSP pada nilai suhu yang dinyatakan (iaitu kurang atau melebihi daripada 27°C) masing-masingnya ialah 85% dan 90%. Zarah-zarah terampai akan menjadi lebih ringan (dalam keadaan yang kering) ketika suhu udara ambien tinggi. Ini dengan sendirinya membantu angin untuk menyerakkan zarah-zarah tersebut dengan lebih mudah di atmosfera.

### Kesan Hujan

Hujan juga merupakan faktor yang boleh mempengaruhi kepekatan zarah-zarah terampai di udara. Kepekatan zarah-zarah terampai akan menjadi kurang ketika hari hujan jika dibandingkan pada hari yang tidak hujan. Ini adalah kerana titisan air hujan akan bertindak sebagai 'pembersih' partikel-partikel yang terapung di udara. Pengaruh hujan terhadap zarah-zarah terampai ini dapat dilihat di dalam Jadual 2. Aras keertian penerimaan perbezaan nilai kepekatan min PM10 dan TSP untuk hari hujan dan hari tidak hujan, masing-masingnya adalah 85%. Walaupun aras penerimaan perbezaan ini tidak begitu tinggi, tetapi ujian statistik tersebut sedikit sebanyak membuktikan pengaruh hujan terhadap kepekatan PM10 dan TSP. Perlu dinyatakan bahawa aras keertian ini mungkin lebih tinggi sekiranya catatan hujan harian diperolehi di stesen UTM sendiri, memandangkan kemungkinan berlakunya hujan hanya di-stesen kajicuaa di Petaling Jaya dan tidak di UTM.

### Pengaruh Arah Angin

Kajian telah menunjukkan bahawa arah angin memainkan peranan yang penting dalam penyerakkan bahan pencemar kepada penerima [1-2]. Sumbangan zarah-zarah terampai mengikut sektor angin juga dipertimbangkan di dalam kajian ini. Arah angin tersebut dibahagikan kepada empat sektor utama pada kedudukan stesen, iaitu sektor Barat-Daya (BD), Barat-Laut (BL), Timur-Laut (TL) dan Tenggara (TG). Kepekatan purata PM10 dan TSP harian dikelaskan mengikut sektor arah angin tersebut seperti yang terdapat di Jadual 3. Sebagaimana yang telah dijangkakan, sumbangan PM10 dan TSP yang paling tinggi adalah dari arah BD iaitu dari sekitar bandaraya Kuala Lumpur dan dari kawasan perindustrian yang terbesar iaitu Petaling Jaya. Ini diikuti oleh sektor arah angin dari BL, TG dan TL untuk kedua-dua zarah-zarah terampai PM10 dan TSP. Aras keertian penerimaan perbezaan min zarah-zarah terampai mengikut sektor arah angin tersebut diberikan di Jadual 4. Aras keertian penerimaan perbezaan min dari sektor BD adalah sangat ketara (iaitu

sekurang-kurangnya 95%) jika dibandingkan dengan min dari sektor-sektor lain. Jadual 4 jelas menunjukkan bahawa aras keertian yang diperolehi adalah setara dengan kepentingan sumbangan zarah terampai mengikut sektor arah angin. Penilaian sumbangan pencemaran udara mengikut arah angin ini sedikit sebanyak dapat membantu pihak-pihak tertentu untuk menentukan cadangan penempatan kawasan-kawasan perindustrian.

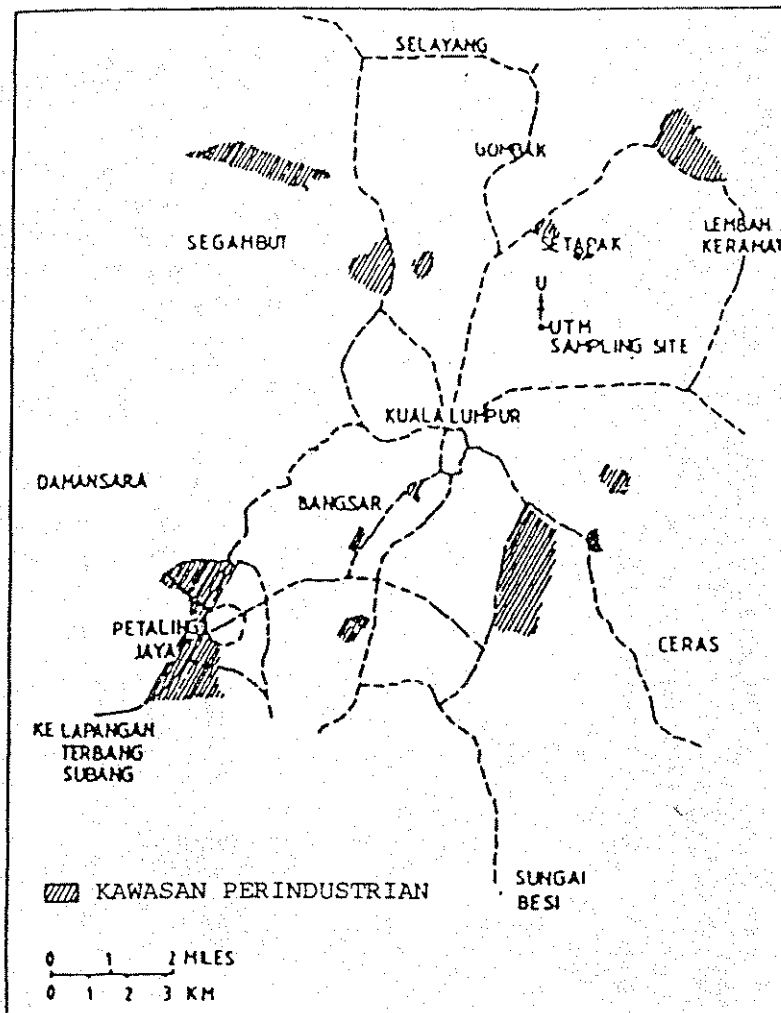
## KESIMPULAN

Analisis kepekatan PM10 dan TSP di udara bandaraya Kuala Lumpur dengan menggunakan statistik mudah telah dibincangkan di dalam kertas kerja ini.

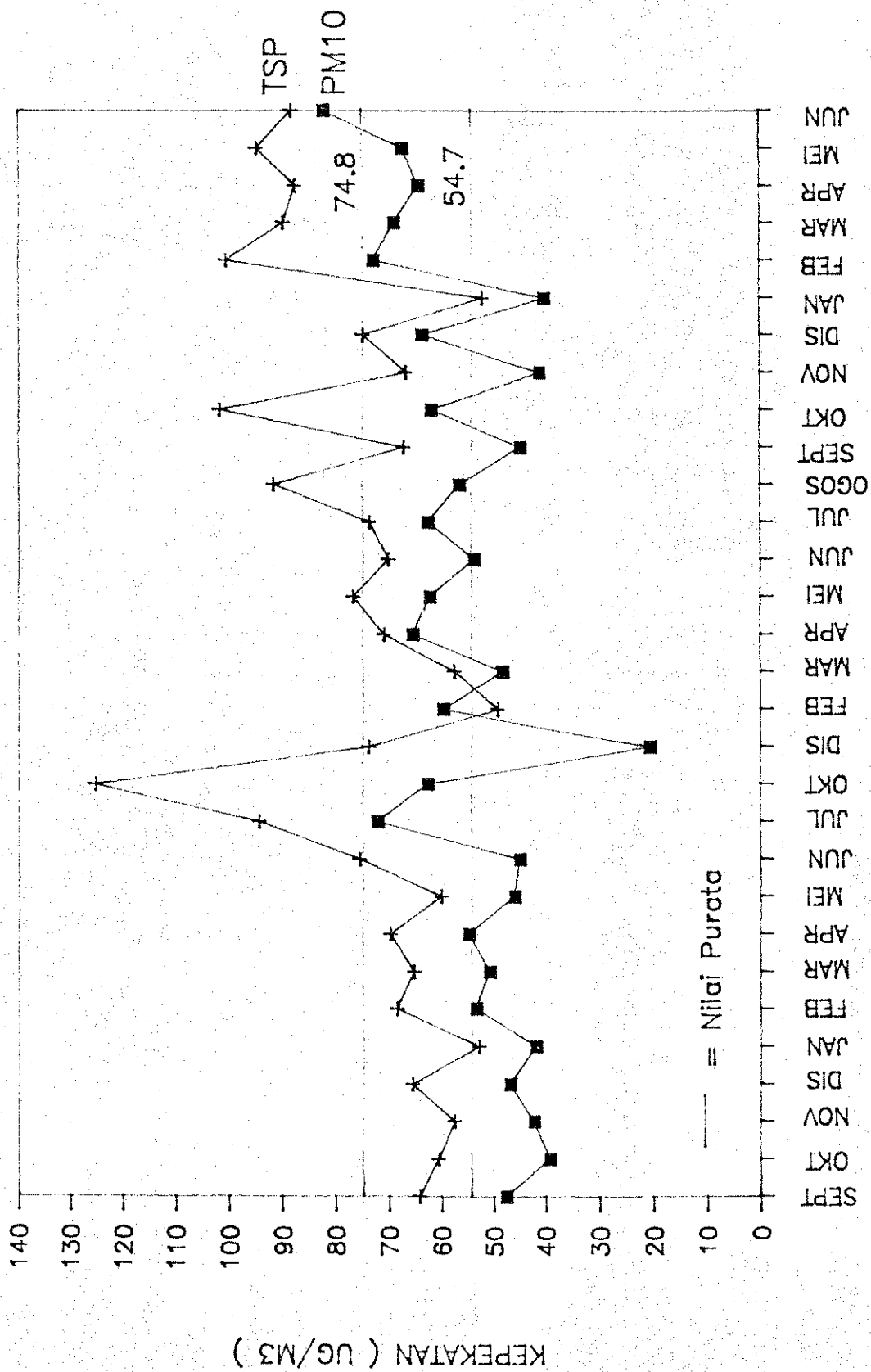
Melalui regresi linear, perhubungan PM10 dan TSP yang diperolehi adalah baik ( $r = 0.78$ ). Manakala beberapa faktor meteorologi seperti suhu, hujan dan arah angin didapati boleh mempengaruhi kepekatan zarah terampai di udara pada tahap-tahap yang tertentu. Walau bagaimanapun, kertas kerja ini telah memperlihatkan penggunaan statistik yang mudah dalam kajian pencemaran udara.

## RUJUKAN

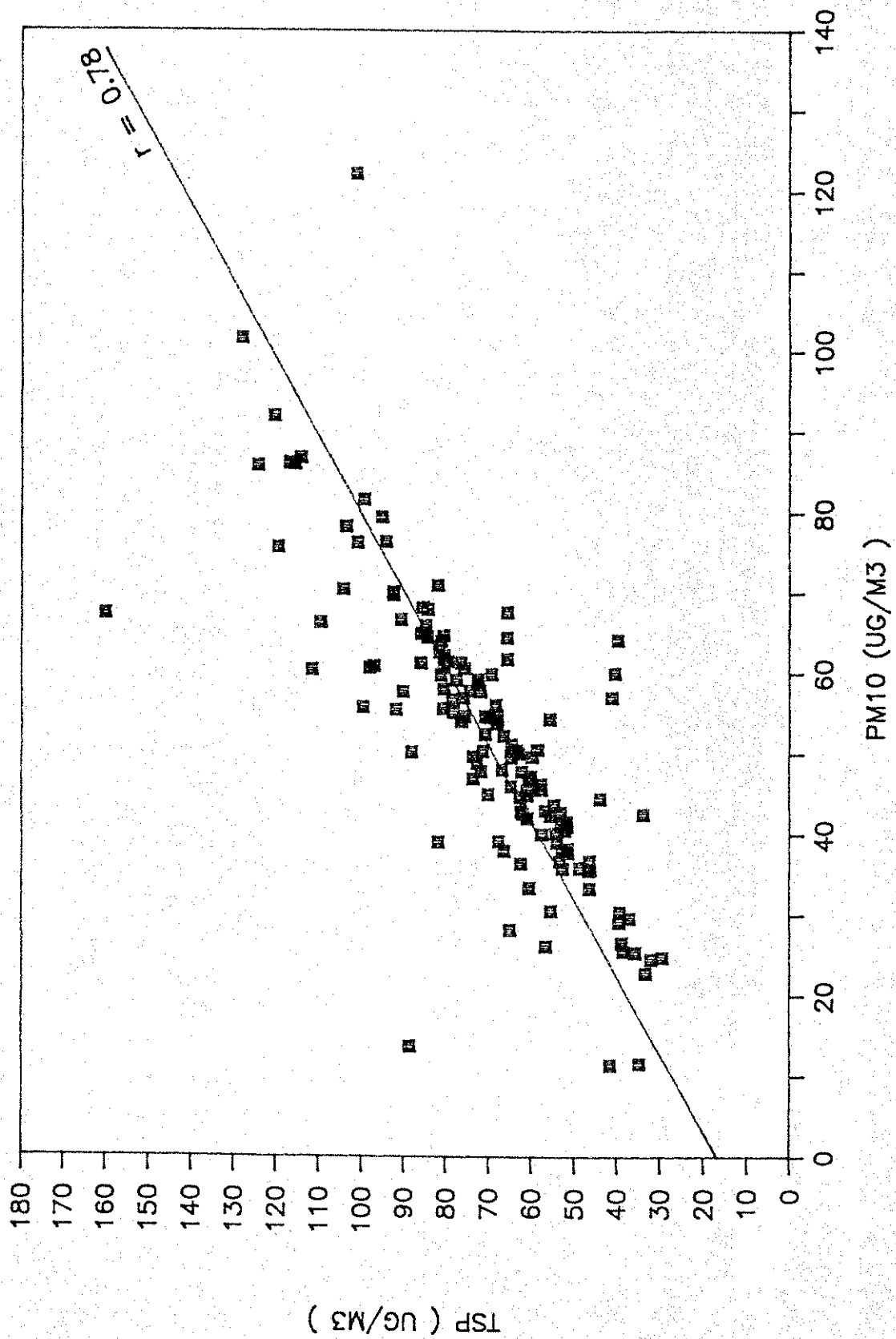
- [1] Mohd. Rashid M.Y. An Investigation of PM10 concentrations at One Site of Kuala Lumpur, (1987). Paper presented at Third Symposium of Chemical Engineers Malaysia, Kuala Lumpur.
- [2] Mohd. Rashid M.Y., Hashim H., Izani M.Z.(1988) Kesan Angin dan Hujan Ke Atas Penyebaran dan Kepekatan Zarah Terampai di Kuala Lumpur. Jurnal Teknologi (dihantar untuk penerbitan).
- [3] Mohd. Rashid M.Y. (1988). Air Particulate Pollution in Kuala Lumpur. A Statistical Consideration Paper Presented at First Islamic Countries Conference on Statistical Sciences, Lahore, Pakistan. August.



RAJAH 1 : Lokasi Kajian Serta Kawasan Perindustrian



RAJAH 2: Kepekatan Purata Bulanan PM10 dan TSP



RAJAH 3: Hubungan TSP dengan PM10



JADUAL 1: KESAN SUHU TERHADAP KEPEKATAN ZARAHAN TERAMPAI

Zarahan	Kepekatan Zarahan (ug/m <sup>3</sup> )		Aras keertian penerimaan perbezaan min menggunakan ujian keertian (normal)
	≤ 27 °C	> 27 °C	
PM10	50.3±18.4	53.8±16.2	85%
TSP	68.0±22.9	73.1±21.9	90%
Bilangan sampel	60	79	

JADUAL 2: KESAN HUJAN TERHADAP ZARAHAN TERAMPAI

Zarahan	Kepekatan Zarahan (ug/m <sup>3</sup> )		Aras keertian penerimaan perbezaan min
	Hari Hujan	Hari Tidak Hujan	
PM10	50.8±14.9	54.8±20.3	85%
TSP	69.1±21.2	73.8±24.0	85%
Bilangan sampel	86	53	

JADUAL 3: SUMBANGAN ZARAHAN TERAMPAI  
MENGIKUT SEKTOR ARAH ANGIN

Zarahan Terampai *	Sektor Arah Angin			
	BD	BL	TL	TG
PM10	60.2±18.3 (28.8)	53.2±15.5 (25.5)	46.3±12.6 (22.2)	49.2±18.0 (23.5)
TSP	81.7±22.1 (28.8)	70.5±21.8 (24.9)	64.0±15.6 (22.6)	67.0±23.8 (23.7)
Bilangan Sampel	31	40	21	45

\* Kepekatan dalam ug/m3

( ) = % sumbangan

BD = Barat Daya, BL = Barat Laut,

TL = Timur Laut, TG = Tenggara

JADUAL 4: ARAS KEERTIAN PENERIMAAN PERBEZAAN KEPEKATAN  
MIN ZARAHAN TERAMPAI MENGIKUT ARAH ANGIN

		BL		TL		TG	
		PM10	TSP	PM10	TSP	PM10	TSP
BD	PM10	95.6%		99.9%		99.5%	
	TSP		97.8%		99.9%		99.7%
BL	PM10			96.8%		85.0%	
	TSP				90.0%		75.0%
TL	PM10	96.8%				75.0%	
	TSP		90.0%				70.0%
TG	PM10	85.0%		75.0%			
	TSP		75.0%		70.0%		